

3차원 가상바디 변형을 위한 체형연구 - 40대 여성을 대상으로 -

신주영^{1)†} · 남윤자²⁾

¹⁾서울대학교 의류학과

²⁾서울대학교 의류학과/생활과학연구소

A Study on Body Shape for 3D Virtual Body Shape Transformation - Focusing on the Women with age of forties -

Ju-Young Annie Shin^{1)†} and Yun-Ja Nam²⁾

¹⁾Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University; Seoul, Korea

²⁾Dept. of Clothing & Textiles/Research Institute of Human Ecology, Seoul National University; Seoul, Korea

Abstract : The aim of this study was to successfully reflect human body changes on the transformation of the virtual body within 3D virtual fitting spaces. For this purpose, existing problems of shape transformation of the virtual body were analyzed and regression equations which provides useful basic data for transformation of the virtual body that can be applied usefully to the 3D virtual fitting system was developed. Necessary data for the analyses were body measurement and 3D scan data of women with average physical form between the ages of 40 through 49. The reason that we used human body changes of the female subjects in their forties was based on the recognition that fundamental female body changes start to occur from age of forty. Body shapes were largely divided into 3 groups according to obesity which was found to be the biggest factor of shape change. Seven factors were extracted based on factor analysis of 47 body measurement categories and regression equations were created to extract specific measurements for each BMI group based on these seven factors. The major contribution of this paper can be summarized as follows. First, the regression equations to extract specific measurements based on the 7 representative variables remediated existing problem of virtual bodies as it increased the number of body shape transformation areas. Second, the regression equations helped to overcome the problem of current failing to reflecting changes in body cross-section shape based on simple girth measurements based on analysis of cross-section distances.

Key words : 3D virtual body shape transformation(3차원 가상바디 변형), virtual try-on system(가상착의시스템), cross-section distance(단면거리), cross-section(단면도)

1. 서 론

패션의류산업 활성화를 계기로 의류상품의 전자상거래 역시 활발해지고 있다. 2014년 통계청 자료에 따르면, 2014년 온라인쇼핑 거래액은 11조 3000억원으로 전년대비 17.8% 증가하였다. 이 중 모바일 쇼핑 거래액은 3조 8,830억원으로 124.5% 증가한 것으로 나타났으며 온라인 쇼핑물 내에서 의류상품의 점유율 또한 높아지고 있는 실정이다. Newsis(2014)에 따르면, 초기에는 온라인 유통시장에서 여러 제품을 판매하는 ‘종합 쇼핑몰’ 수준에 그쳤으나 이제는 고객층 확대와 서비스 강화를 통해 비즈니스 모델로 온라인 물몰을 활용하고 있다고 한다.

그러나 온라인 물몰에서 판매되는 의류상품 판매 활성화에 따라 교환 및 반품의 비율 또한 늘어나고 있다. 이 중 가장 큰

요인을 차지하는 사이즈 부적합의 문제점을 줄이기 위해 업체들은 고객 서비스 강화 차원에서 소비자에게 온라인상에서 기본 가상바디를 제공하여 의류 제품을 입어볼 수 있도록 가상착의시스템을 제공하고 있다. 의복의 가상 착의에 사용되는 가상바디 모델의 경우, 고객이 키와 몸무게 등의 체형 정보를 직접 입력해 만들거나, 시스템에서 기본적으로 제공하는 기본 가상바디 모델을 사용하고 있다. 가상착의시스템에서 제공되는 가상바디 모델은 그 종류가 한정되어 있으며 이를 보완하기 위해 가상바디 모델의 몇몇 신체 부위에 치수를 입력한 후 변형한다. 그러나 변형 부위가 한정되어 있고 실제 인체의 변형 양상을 정확히 반영하지 못해 부자연스러운 변형 결과를 만들어 내는 한계가 있다. 참고로 온라인 쇼핑몰은 전 연령대의 소비자들이 이용하지만 가상착의시스템에서 제공되는 가상바디 유형은 20대 여성의 대표 모델 1~2가지에 불과하다.

이런 현실적 제약을 감안할 때 온라인 쇼핑몰에서 제공되는 가상바디를 통한 소비자의 가상착의시스템 활성화가 절실하

†Corresponding author; Ju-young Annie Shin
Tel. +82-2-880-5704, Fax. +82-2-879-1976
E-mail: austin0106@hanmail.net

다. 무엇보다도 다양한 체형을 고려함은 물론, 실제 인체모습을 최대한 반영할 수 있도록 변형 부위의 확대를 고려할 필요가 있다. 이를 위해서는 다양한 체형들 간의 형태 차이와 인체 부위별 변형 정도를 파악하기 위한 연구가 요구된다. 그 결과, 이러한 연구를 통해 보다 실제 체형에 가까운 인체 형상을 생성해 낼 수 있으며 소비자들의 의복 선택의 만족도는 높아질 것이다. 주지하다시피 가상착의는 온라인뿐만 아니라 오프라인에서도 활용가능하다. 참고로 Weekly biz(2015)에서 소개한 스마트 폰의 보급으로 모바일 서비스를 통해 온·오프라인의 경계를 무너뜨린 미국의 쇼핑 앱 샵kick(Shopkick)의 기사가 눈길을 끈다. 샵kick은 소비자가 매장에 들어가면 자동으로 앱이 실행되면서 포인트 적립 및 상품정보를 보여주는 앱이다. 가상바디모델의 형태 다양화에 대한 정보를 제공함으로써 반드시 착용해보지 않더라도 앱을 활용하여 소비자는 의복에 대한 충분한 정보를 제공받게 된다.

인체는 높이, 길이, 둘레, 두께, 너비 등 다양한 측정 요소들이 복합되어 곡면체를 이루기 때문에 개개인의 체형은 차이를 보인다. 따라서 가상바디에 체형정보를 적용하기 위해서는 인체에 대한 이해가 필수적이다. 기존 방식처럼 키, 허리둘레 등의 기본치수의 평균이나 빈도(%) 자료만을 사용하여 체형변화를 주거나 제품을 디자인 할 경우, 다양한 체형을 만족시키기 어렵다. 특히, 평균체형에 해당되지 않는 체형의 경우 의복과의 인체적합성이 떨어질 수 밖에 없다. 현재 가상착의시스템이나 가상바디 변형과 관련된 다양한 연구가 진행되고 있지만 가상착의 공간에서 한국 여성의 체형 특성을 반영한 가상바디 모델의 제작이나 가상바디 변형 관련 연구는 미흡한 실정이다. 또한 가상착의시스템이 제공하는 대표가상 바디 모델의 경우 아쉽게도 20대의 이상적인 신체 특성만을 반영하여 제공하고 있다. 인체형태 변화의 비교·분석이 의미를 갖기 위해서는 형태 변화가 일어나는 연령의 연구가 수행되어야 한다. 기존 연구에 의하면 40대 여성은 전신에 지방 침착이 시작되며 비만화 경향에 따라 형태변화가 일어나는 분기점에 있는 연령대이다(Park, 1998; Ryan, 1966; Sohn & Hong, 2005). 또한 비만화 경향을 가장 잘 나타내는 지표로는 체질량지수(BMI)를 꼽는다(Jeon & Sung, 2004; Kim, 2003; Shim et al., 2002). 이들 연구결과를 감안하여 본 연구는 40대 여성을 연구대상으로 선정하였다.

가상착의 모델에 3차원 인체의 형태적 특성 변화를 반영한 모델을 제공하기 위하여 40대 여성의 인체 스캔데이터를 BMI에 따라 분류하여 단면형상을 분석한 본 논문의 체계는 다음과 같다. 제2장에서는 연구방법을 소개하고 제3장에서는 분석결과를 제시한다. 결론에 해당하는 제4장에서는 핵심연구 결과의 요약과 함께 미래 추가 연구 방향을 제시한다. 3차원 인체 스캔 데이터 분석을 통하여 가상공간 상에서의 가상바디 변형의 부자연스러움을 보완하고 나아가 한국 성인 여성의 체형변화를 반영한 가상모델의 제공을 통해 더 높은 맞춤새와 체형정보를 제공하고자 하였다. 이로써 의류상품의 전자상거래시에 발생할

수 있는 실제 의복착용시의 사이즈 부적합의 불안감을 최소화시키고 전자상거래 활성화에 기여할 수 있을 것이다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 한국인 인체치수조사사업인 제5차 사이즈 코리아(Korean Agency for Technology and Standards, 2004)의 40~49세 여성 152명의 3차원 측정치와 형상자료를 분석에 사용하였다. 연구에 사용된 체질량 지수(Body Mass Index; 이하 BMI)는 키와 몸무게를 사용하여 지방의 양을 추정하는 지수치로서 몸무게를 키의 제곱으로 나눈 값을 나타낸다. 인체는 비만화 경향에 따라 형태변화를 수반하게 되며 비만화 경향은 체지방율에 따라 예측할 수 있다. Kim(2003)은 20~81세의 한국 성인을 대상으로 복부부위의 총 지방 면적, 내장 지방 면적, 및 피하지방 면적의 차이를 연령별, 성별, 및 BMI에 따라 분류된 과체중간의 관계를 분석하였다. 그 결과, 여성의 경우 연령 증가와 더불어 피하지방과 내장 지방 면적 모두 증가한 것으로 파악되었다. Shim et al.(2002)의 한국비만 여성의 신체 계측에 의한 체지방 추정연구와 Jeon and Sung(2004)의 연구에서도 체지방율을 반영하는 지표 중 체지방률을 가장 잘 예측할 수 있는 지표는 체질량지수(BMI)임이 밝혀졌다. 이들 결과를 토대로 본 논문에서도 다양한 형태변화를 관찰하기 위한 목적상 체지방율을 가장 잘 예측할 수 있는 지표로 꼽히는 BMI지수로 집단을 구분하였다. Jeong의 논문(as cited in Shiwaku et al., 2004)에서 세계보건기구(WHO)의 BMI집단 구분 중 아시아성인 여성의 BMI구분을 참조하여 마른집단(N=24), 보통집단(N=73), 비만집단(N=55)의 3개의 집단으로 나누었다. 3차원 형상 데이터 특성상 집단별 피험자수가 동일하지 않지만, 집단별 차이분석 목적상 가능한 집단별 피험자 수가 균등하거나 최소한의 피험자가 소속되도록 집단을 구분하였다. 그 결과, 152명의 피험자 집단은 BMI지수 18 이상~21 미만에 해당하는 마른 집단, BMI지수 21 이상~24 미만의 보통집단, BMI지수 24 이상~30 이하의 비만집단으로 분류되어 분석에 활용되었다. 이로써 40대 여성의 피험자를 대상으로 BMI의 구분에 따른 체형별 형태 변형양상 분석을 통해 가상현실에서 제공되는 가상바디의 형태 변형에 정확성과 현실성을 높여 온라인상에서의 소비자 의류 구매 활성화에 기초자료를 제공하고자 하였다.

2.1. 가상착의시스템 상의 가상바디 모델 및 형태 변형성 조사

3차원 가상착의시스템이란 온라인상에서 가상바디 모델을 제공하여 이용자가 구매하고자하는 옷을 사전에 입어 볼 수 있도록 한 시스템이다. 가상착의시스템 소프트웨어는 어패럴 CAD 시스템에 기반한 소프트웨어와 3차원 컴퓨터 그래픽스에 기반한 소프트웨어로 나뉜다. 이 중에서도 CAD시스템 활용에 기반한 3차원 가상착의시스템의 경우 국가별로 대표적인 생산업체들이 존재한다. 미국의 V-Stitcher(제작사: Browzwear), 프랑스의 My virtual(Lectra), 이스라엘의 3D Runway Designer

Table 1. Descriptive statistic analysis 47 body measurements

(unit : cm)

	Body measurements	Min	Max	Average	Standard deviation
Circumference	1 Neck Circumference	27.7	37.4	31.5	2.2
	2 Neck Base Circumference	32.1	58.0	36.6	2.7
	3 Armscye Circumference	28.4	40.1	34.3	2.3
	4 Chest Circumference	66.4	108.1	90.9	5.9
	5 Waist Circumference	62.5	102.6	77.8	7.3
	6 Abdominal Circumference	72.8	112.3	89.1	7.0
	7 Hip Circumference	79.2	110.9	93.2	5.2
	8 Thigh Circumference	44.5	66.7	53.6	4.1
	9 Midthigh Circumference	40.7	60.2	48.9	3.7
	10 Knee Circumference	28.6	41.5	33.2	2.4
	11 Lower Knee Circumference	26.0	39.0	31.2	2.4
	12 Calf Circumference	22.1	39.0	32.5	2.7
	13 Minimum Leg Circumference	15.1	23.7	18.6	1.8
	14 Foot Circumference	18.4	26.2	21.3	1.4
	15 Ankle Circumference	17.6	27.4	22.1	1.8
	16 Upper Arm Circumference	25.5	42.2	33.3	3.6
	17 Elbow Circumference	17.7	27.8	21.6	1.9
	18 Forearm Circumference	17.8	27.6	21.6	1.9
	19 Wrist Circumference	11.1	18.3	13.7	1.5
Heigh	20 Acromion Height	116.2	138.0	126.1	4.7
	21 Anterior Neck Point Height	115.8	139.7	127.2	4.7
	22 Axilla Height	106.8	128.5	116.5	4.5
	23 Bust Height	100.1	124.5	110.7	4.6
	24 Waist Height	85.8	108.4	95.2	4.3
	25 Abdominal Height	73.9	102.0	85.0	4.4
	26 Hip Height	66.7	83.3	74.4	3.5
	27 Gluteal Fold Height	58.4	74.9	66.0	3.2
	28 Thigh Height	69.5	93.0	80.0	4.5
	29 Crotch Height	61.2	78.3	69.4	3.4
	30 Calf Height	24.6	32.6	28.0	1.6
	31 Knee Height	35.5	45.1	40.0	1.8
	32 Lateral Malleolus Height	4.1	6.6	5.3	0.5
	33 Dactylion III	52.0	66.1	58.7	2.9
Breadth	34 Neck Base Breadth	9.3	14.1	11.4	0.9
	35 Chest Breadth	23.6	37.4	32.5	2.0
	36 Waist Breadth	21.6	34.7	28.2	2.3
	37 Abdominal Breadth	27.6	39.4	32.5	2.2
	38 Hip Width	30.2	38.9	33.7	1.7
	39 Biacromial Breadth	30.9	38.9	34.4	1.5
Depth	40 Armscye Depth	6.7	15.2	11.0	1.4
	41 Chest Depth(standing)	16.7	26.6	21.3	1.7
	42 Bust Depth	18.9	31.8	24.0	2.3
	43 Underbust Depth	17.2	28.2	21.2	2.2
	44 Waist Depth(Natural indentation)	15.0	28.5	20.7	2.4
	45 Waist Depth(Omphalion)	14.8	30.6	20.7	2.4
	46 Abdominal Depth	17.1	32.0	23.3	2.4
	47 Hip Depth	18.3	30.0	22.6	1.9

(Optitex), 일본의 I-Designer(Technoa), 한국의 NARCIS(D&M Technology) 등이 대표적인 업체에 속한다. 이 밖에도 위의 소프트웨어를 활용한 대표적인 온라인 패션 커뮤니티나 쇼핑몰로는 미국의 Browzwear사의 Stylezone, 한국의 i-fashion 기술센터에서 제공하는 i-fashion mall 등도 있다. 가상착의시스템이 제공하는 가상바디의 사이즈 및 형태 변형성의 문제점을 파악하기 위해 가상착의시스템 2곳과 온라인 패션 커뮤니티 2곳을 선정하였다. 선정된 온라인 패션 커뮤니티는 한국의 i-fashion mall과 미국의 Style Zone, 캐나다 회사와 연계하여 개발된 가상착의시스템 My virtual model과 일본 Technoa에서 개발한 I-Designer 등이다.

2.2. 인체변형을 위한 대표인체치수 도출

가상바디의 형태 변형성 문제점 중의 하나는 변화부위 항목이 너무 적다는 것이다. 이러한 가상바디 변형의 문제점을 보완하기 위해 인체 변화부위 항목을 늘려주고자 하였으며 연구 대상의 인체치수 통계분석을 통해 세부치수를 대표할 수 있는 대표인체 치수를 도출하였다. 통계분석은 사회과학분야의 통계분석에 널리 쓰이는 소프트웨어인 SAS(Statistical Analysis System) 9.1버전을 사용하였다. 통계분석에 사용된 인체측정 치수는 3차원 인체 스캔 데이터를 반자동으로 측정하는 '3DM'

프로그램이 측정한 치수들 중 가상바디변형에 필요한 둘레, 높이, 너비, 두께 항목 수치들이다. 총 5회의 예비실험을 통해 가상바디 변형에 필요한 다음의 둘레, 높이, 너비, 두께 등으로 구성된 47개 인체항목을 선정하였으며, 해당 항목들의 기술통계값을 제시하였다(Table 1).

2.3. 체형에 따른 형태 변형성 분석 및 적용

가상바디 변형의 주요 문제점인 형태변형의 부자연스러움을 보완하기 위해 3차원 인체스캔 데이터의 단면부위별로 거리를 측정하여 통계분석을 실시하였다. 실제 인체 변화양상을 분석하기 위해, Table 1의 47개 항목 중 비만에 의해 영향을 가장 많이 받는 부위의 단면형상을 추출하였다. 인체 부위별로 측정된 단면거리는 통계분석을 통해 단면 형태변화 양상을 반영할 수 있도록 회귀식 형태로 표현되었다. 해당 인체 부위별 단면을 얻기 위해, 높이의 경우 3차원 에디팅(Editing)프로그램인 Rapidform 2006(INUS Technology, Inc Korea)상에서 바닥과 평행한 면을 설정해주었다. 선행연구 결과를 참고하여 상하반신의 차이에 따라 단면 중합을 위한 기준축을 다르게 설정하였다. 정면축(Y축)은 허리앞점을 지나는 수직선으로 정의하였으며, 상반신은 목옆점과 허리옆점을 연결하는 선을 기준축(Z축)으로 설정하고 하반신의 경우 허리옆점과 가쪽복사점을 연결하

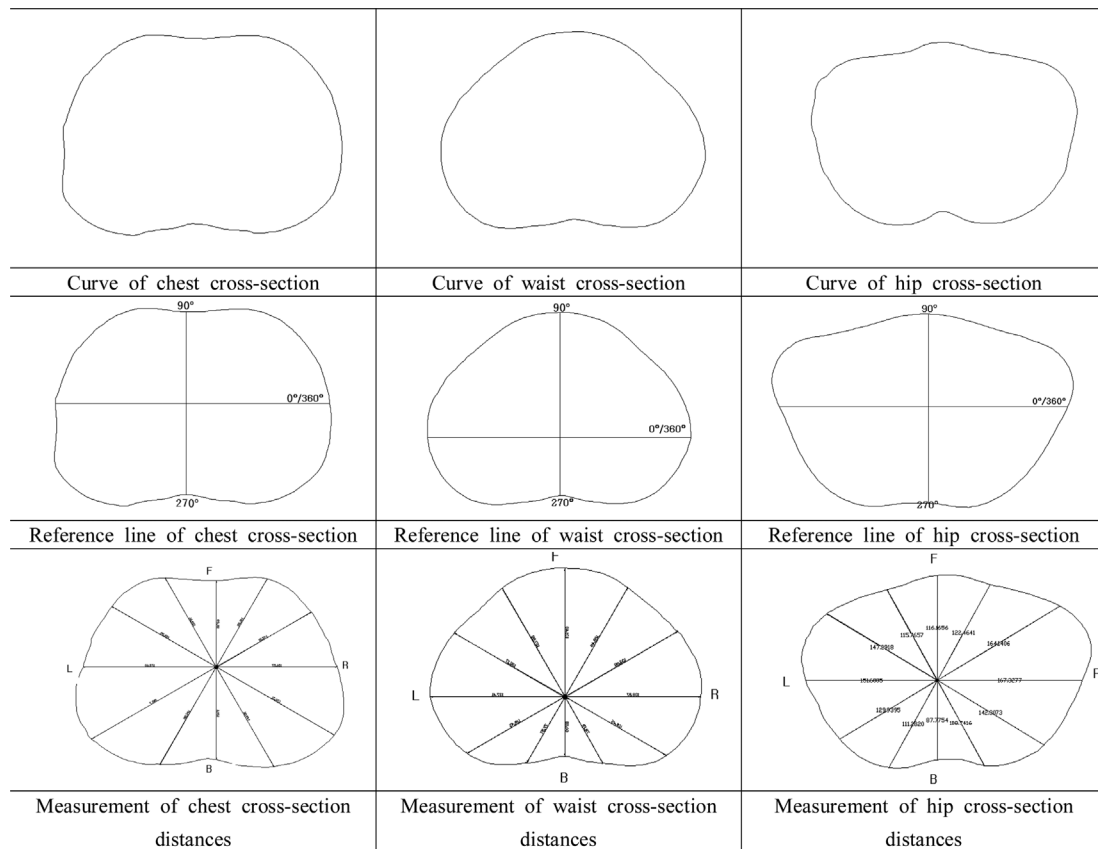


Fig. 1. Reference line for cross-section distances(N=1).

여 사용하였다(Ashdown, 2008; Hyun, 2009; Shin, 2005). Y축에 의해 잘려진 커브에 의해 90°와 270°의 기준선이 생성되며 Z축에 의해 잘려진 커브의 경우 0°와 180°의 기준선이 생성된다. 두 개의 기준선에 의해 나머지 각도를 측정하며 인체가 대칭이라는 가정하에 단면거리 관찰을 위한 각도는 인체의 오른쪽을 기준으로 삼았다. 커브단면 추출에는 Rapidform 2006이 사용되었으며 단면거리 측정에는 Auto CAD 2005(Autodesk, Inc)가 사용되었다(Fig. 1).

3. 결과 및 논의

3.1. 가상바디의 형태 변형성 및 문제점

앞서 지적처럼, 가상바디의 형태 변형의 문제점을 파악하기

위한 목적으로 가상바디를 제공하는 패션 커뮤니티와 소프트웨어 i-fashion mall, Style Zone, My virtual model, I-Designer 등 4개를 분석대상으로 선정하였다.

i-fashion 의류기술센터의 경우 인체계측실을 마련하여 3차원 스캔 계측을 통한 개인별 Digital Body도 제공하고 있다. 그러나 이 경우 각자 방문하여 스캔을 해야만 하는 번거로움이 있어 별도의 i-fashion mall이라는 상용화된 인터넷 쇼핑몰을 통해 가상착의시스템을 제공하고 있다. 여성, 남성, 어린이의 3가지 대표체형의 Size Korea 사업을 통해 수집된 한국인 체형에 기반한 가상바디가 제공되고 있다. 이들 가상바디는 기본 아바타로 불린다. 이 밖에 본인의 체형 치수를 반영하여 변형시킬 수 있는 나의 아바타는 부위별로 치수를 수정시킬 수 있는 파라메트릭 바디 모델 형태이다. 변형가능 부위의 경우 키, 살높

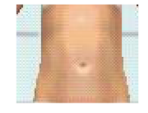
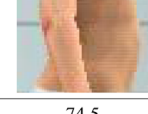
Part	Face	Standard	Minimum value	Average	Maximum value
Chest	Front				
		86.1	66.4	90.8	108.1
	Side				
Waist	Front				
		69.5	74.5	81.9	91.9
	Side				
Hip	Front				
		94.2	79.2	93.1	110.9
	Side				

Fig. 2. Shape transformation of virtual body(i-fashion mall).

(unit : cm)

이, 어깨너비, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 장단지 둘레, 팔길이, 윗팔길이 등 10개 항목이다.

제공되는 가상바디의 인체 변형시 문제점을 살펴보기 위해 연구대상으로 선정된 40대 피험자들의 인체측정값을 입력하여 가상바디를 변형시켰다. BMI변화에 따라 형태변형에 영향을 가장 많이 받는 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레 치수에 연구대상 집단의 기술 통계값을 입력한 결과는 Fig. 2와 같다. 가슴둘레의 경우 최대값을 입력하였을 때 인접한 윗배 부분이 자연

스럽게 늘어나지 않음을 알 수 있다. 또한 가슴둘레가 변형될 경우 팔과 배부분이 함께 늘어나야 자연스러운 인체 변형이 이루어질 수 있지만 가슴부위만 늘어나게 되어 부자연스러운 결과를 보였다. 허리둘레 항목을 증가시키는 경우 배부분의 변화가 인위적이되어 실제 인체변화시의 변형범위가 반영되어야 함을 시사한다. 엉덩이둘레 항목의 경우 최소값을 입력하였을 때 엉덩이 부분이 꺼지는 현상이 발생함을 알 수 있다.

미국의 Brownsweat사에서 운영하는 Style Zone의 경우 세

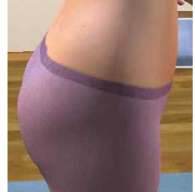
Part	Face	Minimum value	Average	Maximum value
Chest	Front			
		76cm	90.8cm	102cm
	Side			
Waist	Front			can not realized
		74.5cm	80cm	91.9cm
	Side			can not realized
Hip	Front			
		79.2cm	93.1cm	101cm
	Side			

Fig. 3. Shape transformation of virtual body(Style Zone).

(unit : cm)

계 최고 수준의 3차원 디지털 패션 서비스를 제공하고 있다. 이들이 제공하는 가상바디의 경우 기본 제공바디에 인체치수를 입력하여 변형시키는 파라메트릭 바디 모델형태로 i-fashion mall에서 제공하는 가상바디 형태와 동일하다. Style Zone에서 제공되는 가상 바디는 인체 부위별로 세분화된 변형이 가능하며, 헤어스타일, 얼굴표정, 얼굴의 너비나 높이 등을 변형시키는 것 또한 가능하다. 40대 여성의 기술 통계값을 대입하여 변형시킨 결과는 다음과 같다(Fig. 3). 한국 40대 여성의 가슴둘레 최소 둘레값은 66.4 cm인데 반하여 Style Zone의 입력가능치수의 경우 76 cm~102 cm로 입력 치수가 제한되어 있었다. 변형결과를 비교하기 위해 Style Zone에서 제공하고 있는 가상 바디에 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레의 최소, 최대값을 입력한 결과, 자연스러운 결과를 보이는 것으로 나타났으나 한국 여성의 치수를 모두 구현하지 못한다는 치명적인 단점을 보였다. 요컨대 Style Zone은 다른 국내외 인터넷 쇼핑몰에 비해 흥미 도모라는 목적에 걸맞게 다양한 변형 시도가 가능하고 자연스러운 변형이 가능하다는 장점을 갖고 있다. 그러나 Style Zone에서 제공하는 가상바디는 변형 범위를 체험자가 직접 설정해야 하기 때문에 부위별 항목 간 기준이 없고 한국인의 체

형특성을 반영하지 못한다는 단점을 갖는다.

My virtual model의 경우, 가상 바디 모델의 이름을 명명할 수 있을 뿐만 아니라 얼굴 형태는 6가지, 체형은 삼각형, 역삼각형, 모래시계형 등 3가지로 제시하고 있었다. 키, 몸무게, 가슴둘레와 허리치수를 입력하도록 하였으며 가슴치수의 경우 small-medium, medium-large 등의 2가지로 제한적이었다. 'Adjust My Figure'라는 기능을 통해 체형을 변화시킬 수 있으나 slim(마른) 또는 fat(살찐) 등 2가지 유형으로만 변형이 가능하였다(Fig. 4).

일본 Technoa사에서 개발한 I-Designer의 경우 CAD기반으로 패턴, 원단의 물성, 바디 데이터를 기초로 의복의 3차원 형상으로 시뮬레이션을 실행하는 가상착의시스템이다(Kim, 2005). I-Designer의 구성 툴(tool) 중 하나인 Body Order Tool을 이용하여 가상바디의 인체치수를 변형할 수 있고 특정 위치의 착의단면을 추출가능하다는 장점이 있다. 가상바디의 형태변형성 비교를 위해 마른집단에 해당하는 BMI지수 20의 피험자 1명과 BMI지수 30의 비만집단 피험자 1명의 치수를 선정하여 가상바디를 변형시키고 착의단면을 살펴본 결과는 Fig. 5와 같다.

제공된 가상바디의 변형과 착의단면을 살펴본 결과 기본치



Fig. 4. Virtual body provided in My virtual model.

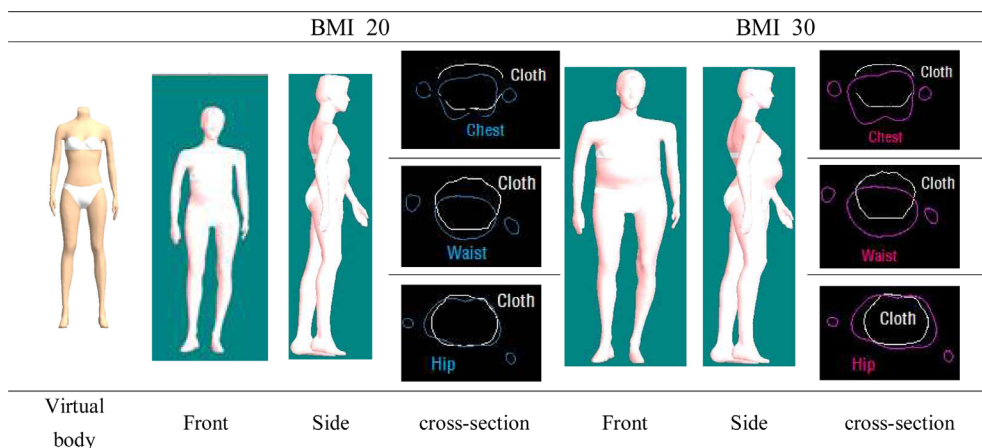


Fig. 5. Comparing cross-section of BMI 20 with BMI 30 virtual body(I-Designer).

(unit : cm)

수인 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 키 등의 치수를 입력하여 변형된 가상바디의 변형이 매우 부자연스러웠다. 특히, BMI 지수 30의 피험자 측면을 살펴보면 허리부위의 변형이 자연스럽지 못한 결과를 보였다. 또한 BMI지수 20의 가슴, 허리, 엉덩이 부위의 착의단면을 보면 엉덩이부위의 단면이 비교적 옷과 일치하는 반면, 가슴이나 허리부위에서는 제 위치에 표현되지 못함을 알 수 있다. BMI지수 30의 경우 엉덩이 부위에서도 옷과 단면의 위치 차이가 크게 나타남을 알 수 있다. 따라서 가상바디를 시스템 상에서 변형시킬 때 현재 둘레 치수를 사용하여 변형이 이루어지지만 실제 인체변화 양상을 반영하기 위해서는 치수정보만큼이나 형태 정보를 나타내는 단면 형상을 반영할 필요가 있다.

지금까지 설명한 대표적인 가상착의시스템과 온라인 커뮤니

티에서 제공되는 파라메트릭 바디의 변형상의 문제점은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 인체치수를 입력하여 변형시킨 가상바디 모델은 실제의 형태를 잘 나타내지 못했다. 둘째, 변형 부위가 한정적이다. i-fashion mall이나 My virtual model의 경우 변형항목이 너무 한정되어있어 이를 확대할 필요가 있다. 셋째, 둘레치수를 기반으로 변형하기 때문에 3차원적인 체형 반영이 이루어지지 못한다. 동일한 둘레치수라 하더라도 3차원상의 편평률에 따라보면 앞뒤의 차이나 좌우의 너비차이에 따라 그 형태가 다를 수 있다. 따라서 가상바디 변형에 현실성을 부여하기 위해서는 실제 인체형상을 반영할 필요가 있다. 따라서 위에서 지적한 문제점을 보완하기 위해 본 논문은 가상바디의 세부변형부위를 늘려주고자 하였으며 사용자의 입력 항목은 최소화하고 변형부위는 늘려주도록 BMI집단에 따른 요인분석과 다변량분산분석을 통해 회귀식을 구성하였다. 또한 3차원적 체형정보를 반영하기 위해 인체의 부위별 단면거리 분석을 통해 BMI집단별 회귀식을 구성하였으며 파라메트릭 바디 변형에 반영하고자 하였다.

3.2. 대표인체치수를 이용한 세부치수 도출

가상 바디 변형에 변화부위가 한정된 점을 보완하기 위해, 47개 항목의 변화양상을 반영하고자 이들 항목을 대상으로 요인분석을 통해 7개의 대표 요인을 도출하였다(7개의 요인으로 압축시킨 근거기준인 고유값(Eigen value)은 Table 3 참조). 요인분석결과 고유값(Eigen value) 1이하는 생략하였으며 요인은 둘레, 높이, 너비 등으로 분류되었다. 요인분석은 변화부위를 늘려주기 위한 회귀식 구성의 전(前)단계 과정으로 따로 요인명을 정하지는 않았다. 요인분석에 이용된 47개 항목과 BMI 집단간의 다변량분석결과, 집단별 Wilkis' Lambda의 P-value 값

Table 2. Body measurement's factor loading for factor analysis using SAS 9.1

Factor \ Eigenvalue	Eigen value	Difference	Proportion (%)	Cumulative
1	20.48	10.70	0.43(43%)	0.43
2	9.77	6.67	0.20(20%)	0.64
3	3.09	1.10	0.06(6%)	0.70
4	1.99	0.64	0.04(4%)	0.75
5	1.35	0.18	0.02(2%)	0.78
6	1.17	0.14	0.02(2%)	0.80
7	1.02	0.17	0.01(1%)	0.82
8	0.85	0.11	0.01(1%)	0.84
9	0.73	0.08	0.01(1%)	0.86
10	0.65	0.05	0.01(1%)	0.87

Table 3. Factor analysis of 47 body measurements

Factor(7)	Variable(47)	Representative Variables(7)
Factor1 (Eigen value: 20.48)	Waist Circumference, Waist Depth(Natural indentation), Waist Depth (Omphalion), Hip Depth	Waist Circumference
Factor2 (Eigen value: 9.77)	Anterior Neck Point Height, Axilla Height, Bust Height, Waist Height, Hip Height, Crotch Height	Waist Height
Factor3 (Eigen value: 3.09)	Knee Circumference, Lower Knee Circumference, Calf Circumference, Minimum Leg Circumference, Ankle Circumference, Elbow Circumference	Knee Circumference
Factor4 (Eigen value: 1.99)	Neck Circumference, Abdominal Circumference, Hip Circumference, Thigh Circumference, Midthigh Circumference, Forearm Circumference, Waist Breadth, Thigh Height, Knee Height, Abdominal Breadth, Chest Depth(standing), Bust Depth, Underbust Depth, Hip Width	Hip Circumference
Factor5 (Eigen value: 1.35)	Wrist Circumference, Biacromial Breadth	Biacromial Breadth
Factor6 (Eigen value: 1.17)	Neck Base Circumference, Neck Base Breadth	Neck Base Circumference
Factor7 (Eigen value: 1.02)	Armseye Circumference, Chest Circumference, Upper Arm Circumference, Gluteal Fold Height, Acromion Height, Calf Height, Lateral Malleolus Height, Dactylion III, Chest Breadth, Armseye Depth, Abdominal Depth	Chest Circumference
2 factors of Eigen value under 1	Abdominal Height, Foot Circumference	

Table 4. Regression equations of BMI group using the factors (N=152)

Measurement	BMI group	Regression
Armscye Depth	group1	=112.39+chest circumference×0.24
	group2	=(-21.25)+chest circumference×0.09
	group3	=(-81.90)+chest circumference×0.21
Chest Depth (standing)	group1	=56.66+hip circumference×0.15
	group2	=65.48+hip circumference×0.15
	group3	=143.74+hip circumference×0.08
Bust Depth	group1	=71.37+hip circumference×0.16
	group2	=166.23+hip circumference×0.07
	group3	=60.57+hip circumference×0.20
Underbust Depth	group1	=72.82+hip circumference×0.13
	group2	=153.42+hip circumference×0.05
	group3	=73.30+hip circumference×1.62
Waist Depth (Natural indentation)	group1	=(-55.69)+waist circumference×0.33
	group2	=4.30+waist circumference×0.25
	group3	=(-49.08)+waist circumference×0.32
Waist Depth (Omphalion)	group1	=(-39.78)+waist circumference×0.31
	group2	=47.63+waist circumference×0.20
	group3	=(-37.75)+waist circumference×0.31
Abdominal Depth	group1	=(-6.46)+chest circumference×0.25
	group2	=153.66+chest circumference×0.07
	group3	=24.22+chest circumference×0.23
Hip Depth	group1	=128.15+waist circumference×0.11
	group2	=123.57+waist circumference×0.12
	group3	=76.25+waist circumference×0.19

이 0.0001보다 작아 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 집단 간 차이가 존재함에 따라 대표인체치수를 이용하여 세부치수 항목들을 도출하는 회귀식을 구성하였다. 이는 앞서 언급하였던 가상바디의 변형에 변형부위가 한정된 점을 보완하기 위해 7개로 지정된 대표변수와 해당 집단내의 나머지 변수들을 함께 변형시키기 위함이다.

가상착의 공간에서 가상 바디 변형시 키와 몸무게 수치를 활용해 BMI지수를 쉽게 구할 수 있다. 이렇게 계산된 BMI지수와 7가지 항목을 입력하면 7가지 항목을 제외한 40여개 항목의 자동 변환이 가능하다. 다변량분산분석을 통해 7개의 변수

와 BMI집단간 유의적 차이를 확인한 바, BMI집단에 따라 7개의 변수를 사용하여 나머지 40개 항목을 도출할 수 있는 회귀식을 구성하였다. 둘레, 높이, 너비, 두께항목 중 두께항목 8개를 도출하는 회귀식은 Table 4에 요약·제시하였다. 표에 제시된 BMI group은 BMI집단을 나타내며, group1, group2, group3은 마른집단, 보통집단, 비만집단을 뜻한다.

3.3. 체형에 따른 형태 변형성 분석 및 회귀식 구성

세부치수 도출을 위해 사용된 7개의 대표변수 항목과 BMI와의 정준상관 분석을 통해 BMI가 증가함에 따라 가장 영향을 많이 받는 부위의 단면형상을 분석하여 파라메트릭바디의 변형에 인체변화양상을 반영하고자 하였다. 정준상관계수 값을 비교한 결과, 7개의 대표변수 항목들(허리둘레, 허리높이, 무릎둘레, 엉덩이둘레, 어깨너비, 목밑둘레, 가슴둘레) 중 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레 항목의 BMI와의 상관관계가 가장 높은 것으로 나타났다. 따라서 해당 항목의 각도별 단면거리 분석을 통해 BMI수치가 증가할 경우 단면형상이 변화하는 양상을 좀 더 세밀하게 분석·반영하고자 하였다. 단면거리의 경우 30°각도 단위로 분석하였다. 즉 앞서 설명한 것처럼 Z축에 의해 피험자의 오른쪽 옆허리점 부근을 0°로 하여 30°, 60°, 90°의 앞면항목과 270°, 300°, 330°의 뒷면 항목을 측정하였다. BMI집단별 피험자의 경우 스캔 데이터 특성상 데이터가 손상되었을 경우 커브 생성이 어려울 수 있다. 이를 감안하여 동일한 피험자라 하더라도 특정부위가 손상되어 얻지 못한 결측치를 제외하고 아래 Table 5와 같이 단면 부위별로 피험자를 구분하였다.

BMI지수 증가에 따라 영향을 받는 각도별 단면거리를 분석 목적으로 측정된 세분화된 단면 각도별 단면거리 수치와 BMI와의 상관도 분석결과는 Table 5와 같다.

Table 6의 결과에 따르면 가슴 단면 각도를 30° 간격으로 나누었을 때, 전반적으로 비슷한 수치를 나타냈으나 90°와 30°, 60°의 단면거리 항목이 BMI증가에 영향을 받는 것으로 나타났다. 가슴단면의 90° 항목은 가슴의 앞쪽 부위로서 스캔 데이터 특성상 스캔복을 입고 측정하기 때문에 가슴골 부분이 실제 인체에 비해 상쇄되어 나타나거나 명확하지 않을 수 있다. 그러나 이러한 점을 고려하더라도 BMI증가에 앞쪽 부분을 나타내는 30°, 60° 단면거리 항목이 가슴 뒤쪽인 270°, 300°, 330°에 비해 변화가 큰 점은 눈길을 끈다. 허리둘레의 경우 가슴항목에 비해 BMI와의 상관성이 더 높은 것으로 나타났다. 허리둘레 역시 측면 기준축에 의해 앞면과 뒷면으로 나누었을 때

Table 5. Number of subjects according to BMI group for analysis of cross-section

Number of subjects (Total=72)		Number of subjects (Total=75)		Number of subjects (Total=75)	
Chest	group1(N=18)	Waist	group1(N=18)	Hip	group1(N=19)
	group2(N=29)		group2(N=28)		group2(N=28)
	group3(N=25)		group3(N=29)		group3(N=28)

Table 6. A correlation coefficient table between BMI and cross-section distances at each angle

A correlation coefficient cross-section distances	Chest (N=72)	Waist (N=75)	Hip (N=75)
0° cross-section distance	0.5701	0.8047	0.5729
30° cross-section distance	0.6180	0.8004	0.3931
60° cross-section distance	0.6165	0.8152	0.6680
90° cross-section distance	0.6583	0.7517	0.6844
270° cross-section distance	0.5535	0.4567	0.3864
300° cross-section distance	0.5855	0.5165	0.3426
330° cross-section distance	0.5653	0.7302	0.5516

앞면을 나타내는 0°, 30°, 60°의 상관계수 값이 인체의 뒷면을 나타내는 270°, 300°, 330°의 항목보다 높은 것을 알 수 있었다. 인체 단면거리 분석을 통해 살펴보았을 때 허리둘레의 경우 0°와 30°가 나타내는 옆구리 단면거리의 증가가 뚜렷한 것을 알 수 있다. 엉덩이둘레 단면거리의 경우 90°와 60°항목과 0°항목이 BMI와의 높은 상관성을 보였다. 즉, 엉덩이둘레의 경우 BMI가 증가할 경우 앞면의 증가양상이 뚜렷하였다. Fig. 6 에는 위에서 살펴본 단면부위별 거리와 BMI간 정준상관계수를 크기순서로 제시하였다. 이를 통해 BMI에 의해 영향을 받아 형태변화가 나타나는 인체단면부위는 각도별로 영향력의 차이가 있음을 알 수 있다. 요컨대 인체변화 양상을 반영한 파라메트릭 바디 변형에는 이러한 형태변화양상의 반영이 필수적이다.

분석과정을 통해 나타난 단면 부위별 형태를 가상바디 변형에 반영하고자 각도별 단면거리 수치와 변수들과의 유의성을 확인한 후 회귀식을 구성하였다. 최종 회귀식은 인체변수 항목 중에서 사용의 용이성과 유의성을 고려하여 구성하기 편리한 항목들 위주로 설정하였다. 이들 항목 중 키와 몸무게를 사용

한 BMI지수와 인체측정항목 중에서 대표변수로 지정된 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레 등의 항목들은 교호작용을 감안하여 식을 구성하였다. 교호작용이란 단순회귀분석에서는 일어나지 않지만 변수가 2개 이상일 때에 변수간의 상호작용이 일어날 수 있는 것을 나타내며, 식을 구성할 시에는 교호작용이 있는 경우와 없는 경우를 구분하여 구성해야 한다. 각도별 단면거리와 BMI지수간에 회귀식을 구성하는 경우, 교호작용을 감안한 식의 계수값이 보다 명확하게 도출된다. 따라서 본 연구에서는 교호작용을 감안하여 회귀식을 구성하였다. 실제 BMI 집단별 단면분석 결과를 사용하여 구성되는 회귀식 중 몇몇 식의 경우 BMI지수와 둘레항목만으로는 형태인자를 반영한 식 구성에 어려움이 있어 단면 부위에 해당하는 편평률을 추가하여 식을 구성하였다. 편평률은 너비를 두께로 나눈 수치치로 형태 반영 인자인데 다른 변수들에 비해 식을 구성하기 용이하다는 통계적 판단하에 회귀식에 포함되었다. 또한 변수를 최소화하기 위해 단면도별 BMI와 해당 단면의 둘레치수를 위주로 식을 구성하였는데 두 가지 변수만으로 단면거리를 설명할 수 없는 각도항목도 존재하였음을 밝힌다. 이들 항목은 변수 형태로 회귀식을 구성하였는데 최종 회귀식은 Table 7과 같다. 회귀식의 변수 수를 늘릴 경우 설명력이 더 높은 식을 구성할 수 있다. 그러나 본 연구의 목적은 가급적 적은 부위를 활용하여 다양한 부위의 변화를 줌과 동시에 식을 도출하여 수치요소 및 형태반영을 위한 회귀식을 도출하는 것이므로 설명력과 변수수간의 최적화를 고려하여 회귀식을 구성하였다.

위의 과정을 통해 구성한 단면 각도별 단면거리 추정 회귀식을 사용하여 도출된 결과와 실제 단면의 유사 수준을 파악하기 위해 해당 부위의 단면을 하나씩 선택하였다. 추출된 단면들을 바탕으로 각 각도별로 해당 단면거리를 산출하였으며 산출된 단면거리를 연결하여 단면도를 생성하였다. 생성된 단면도와 실제 단면도를 비교하여 도출된 회귀식의 유용성을 검증하였다.

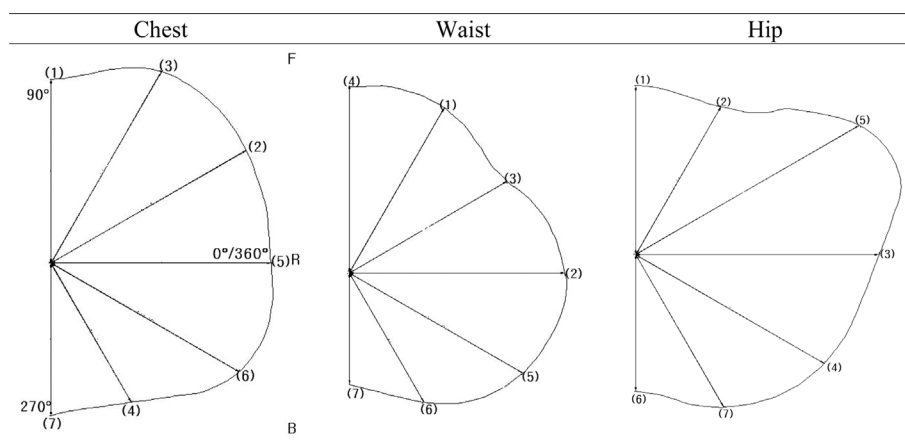
**Fig. 6.** Order of size of coefficient between circumference and BMI.

Table 7. Equations for computing circumference gap at each angle

cross-section Angle	Equation	x1~x3	b	β	t-value	F	R ²
Chest (N=72)	0° =1.4453+0.1395×CC+16.818×CFR	CC	0.140	0.789	9.784**	47.861**	0.581
		CFR	16.818	0.197	2.440**		
	30° =14.887+0.1529×CC	CC	0.153	0.686	7.879**	62.074**	0.470
		CC	0.109	0.343	2.196		
	60° =109.31+0.00469(CC×BMI)-1.7711(BMI×CC)	CFR	-38.645	-0.252	-2.686**	32.419**	0.484
		BMI	1.535	0.248	1.546		
	90° =86.982+0.00459(CC×BMI)-1.6298×(BMI×CC)	CFR	-35.142	-0.240	-2.613*	32.419**	0.484
		BMI	3.410	0.577	6.273**		
	270° =71.64+0.0037(CC×BMI)-1.4278(BMI×CC)	CFR	-31.240	-0.223	-2.159*	30.918**	0.350
		BMI	2.707	0.478	4.630**		
	300° =85.23+0.0041(CC×BMI)-1.5472(BMI×CC)	CC	0.164	0.536	5.608**	38.894**	0.412
		CFR	-35.666	-0.241	-2.528*		
	330° =-12.876+0.181×CC	CC	0.181	0.680	7.768**	60.342**	0.463
		CC	0.181	0.680	7.768**		
Waist (N=75)	0° =94.463-67.565×WFR+0.1285(WC×WFR)	WC	0.959	0.840	14.605**	122.103**	0.775
		WFR	-20.289	-0.143	-2.480*		
	30° =(-2.9687)+0.1629×WC	WC	1.119	0.830	12.629**	159.481**	0.689
		WC	0.938	0.642	9.179**		
	60° =(-23.822)+0.2256×WC-0.0294(WC×WFR)	WC	0.938	0.642	9.179**	71.063**	0.667
		WFR	-71.032	-0.391	-5.586**		
	90° =38.929+0.1777×WC-40.504×WFR	WC	0.335	0.344	3.423**	16.170**	0.313
		WFR	-45.701	-0.377	-3.753**		
	270° =68.665+0.0642×WC-33.719×WFR	WC	0.461	0.368	4.084**	33.354**	0.447
		WFR	-76.096	-0.488	-5.412**		
	300° =33.465+0.1955×WC-0.0838(WC×WFR)	WC	0.873	0.758	12.666**	110.261**	0.756
		WFR	-43.087	-0.300	-5.021**		
	330° =3.4742+0.192×WC-0.8794(BMI×WFR)	BMI	3.309	0.471	4.531**	20.527**	0.222
		BMI	3.309	0.471	4.531**		
Hip (N=75)	0° =4.1168+0.1527×HC+0.0137(HC×HFR)	HC	0.162	0.785	10.832**	117.330**	0.616
		HC	0.226	0.654	6.366**		
	30° =-96.016+0.2299×HC-0.0028(HC×BMI)+3.0418(BMI×HFR)	HC	0.226	0.654	6.366**	20.529**	0.363
		HFR	56.903	0.332	3.228		
	60° =38.349+0.0037(HC×BMI)	BMI	4.907	0.668	7.669**	58.820**	0.446
		BMI	4.914	0.684	8.020**		
	90° =65.595+0.0047(HC×BMI)-1.4672(BMI×HFR)	BMI	4.914	0.684	8.020**	64.318**	0.468
		HFR	-88.011	-0.549	-5.615**		
	270° =211.57+111.65×HFR+0.0366(HC×HFR)	HFR	-88.011	-0.549	-5.615**	31.532**	0.302
		HFR	-88.011	-0.549	-5.615**		
	300° =294.33-2.1675×BMI-176.6×HFR+0.1039(HC×HFR)	HC	0.080	0.256	2.366**	15.146**	0.296
		HFR	-60.765	-0.389	-3.599**		
	330° =32.031+0.221×HC-39.775×HFR-0.0014(HC×BMI)	HC	0.144	0.601	6.839**	41.160**	0.533
		HFR	-28.430	-0.238	-2.710**		

* $p \leq .05$, ** $p \leq .01$

*Chest Circumference(CC), Chest Flatness Rate(CFR), Waist Circumference(WC), Waist Flatness Rate(WFR), Hip Circumference(HC), Hip Flatness Rate(HFR), Body Mass Index(BMI)

4. 결 론

가상착의시스템에 대한 관심과 활용이 증대되면서 가상착의 시스템 상에서 제공되는 가상바디에 대한 관심 또한 증대되었다. 그러나 아쉽게도 가상착의 관련 연구에 비해 가상바디 연

구는 많지 않은 것으로 나타났다. 또한 제공되는 가상바디의 형태 변형성 또한 몇가지 문제점을 갖는 것으로 파악되었다. 본 연구에서는 체형의 변화가 큰 시기인 40대 여성의 체형변화 양상을 고찰하고 이를 가상바디 변형에 반영하고자 40대 여성들을 BMI집단에 따라 구분하였다. 그리고 이들 피험자로부터 구

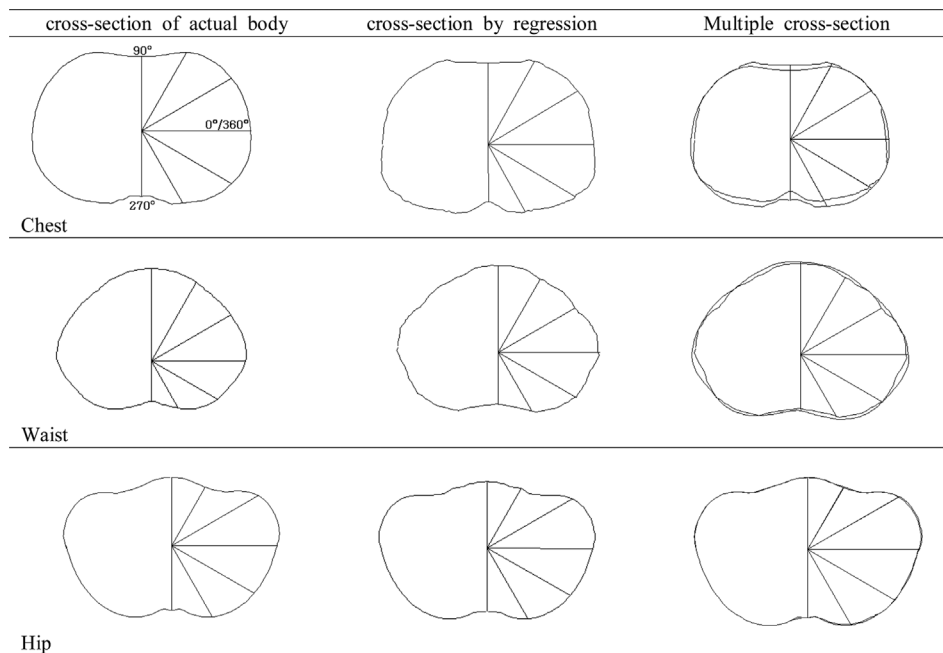


Fig. 7. Configuration of cross-section of actual body and by regression.

한 자료를 토대로 가상바디 변형부위를 늘려주기 위한 세부치수 도출 회귀식과 형태변화를 반영하는 회귀식을 개발하였다. 이들 회귀식을 활용한 분석 결과를 포함한 본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 실제 사용되는 가상착의시스템 소프트웨어와 가상바디 제공 업체들을 대상으로한 분석을 통해 가상바디의 변형 문제점을 파악하였다. 그 결과 주로 사용되고 있는 패션 커뮤니티의 경우 변형부위가 한정되어 있어 변형이 부자연스러웠으며 가상착의시스템 상에서 생성된 파라메트릭 바디와 실제 스캔데이터에 의해 생성된 가상바디의 경우 단면도상 차이를 보임을 파악했다. 또한 그 원인은 가상바디 변형에 변형부위를 늘려주지 못하거나 형태변화를 반영하지 못함으로 판명되었다.

둘째, 가상 바디 변형을 위해 40대 여성의 인체측정 항목 47개 항목을 대상으로 한 요인분석을 통해 7개의 대표요인을 도출한 후 이들 7개 변수들을 통해 나머지 세부치수들을 변형 가능하도록 하기 위해 회귀식을 구성하였다. 또한 BMI지수에 따라 BMI집단을 구분하여 회귀식을 구성한 후 회귀식을 통해 나머지 세부치수를 가상바디 변형에 더 많은 변형부위를 적용할 수 있었다.

셋째, 3차원 스캔 데이터를 활용하여 숙인체형과 젖힌체형을 제외한 바른체형 피험자를 선정한 후 BMI와 상관성이 높은 가슴둘레(N=72), 허리둘레(N=75), 엉덩이둘레(N=75)의 인체단면의 분석을 실시하였다. 통계분석을 통해 좌우 대칭을 가정하고 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레의 단면거리를 30°각도별로 피험자의 오른쪽 부위만을 측정하였다. 이렇게 측정된 가슴 단면거리의 경우, 90°, 30°, 60°의 단면거리와 BMI간의 관련성이 가장 높은 것으로 나타났다. 허리둘레 단면거리의 경우 가슴 부

위와는 달리 옆허리점 쪽의 0°항목과 60°항목이 BMI지수와 가장 높은 상관관계를 보였다. 엉덩이 단면거리의 경우 대부분 앞 중심 쪽이 BMI증가와 상관계수가 높았다. 또한 3개의 단면 모두 공통적으로 기준선에 비해 앞쪽으로 증가하는 경향이 우세했으며 각 단면도별 변형우선순위와 변형정도가 상이하게 나타났다. 이러한 형태변화 양상을 가상바디 변형에 적용하기 위해 BMI지수와 둘레치수 편평률을 대입하여 각도별 단면거리를 도출하는 회귀식을 구성하였다.

40대 여성의 경우 체형의 변화가 시작되어 비만화 경향이 짙어지는 시기이다. 가상바디를 변형 및 생성시키는 경우 해당 부위의 둘레치수를 이용하여 변형시키는 경우가 많다. 둘레치수만을 입력하여 변형시킬 경우 형태변화를 간과할 수 있기 때문에 체형에 따른 형태변화 적용이 필요하다. 이러한 문제점을 개선하고자 본 연구에서는 통계처리와 체형분석을 토대로 대표변수를 통한 세부변형 부위를 늘려주었으며 3차원 인체측정치를 활용하여 단면변화양상을 가상바디 변형에 반영하고자 하였다. 단면거리를 반영한 식은 BMI증가에 형태변화를 반영한다는 장점을 갖지만 단면부위가 한정적이라는 한계가 있다. 가상착의시스템 상의 가상바디 변형관련 후속연구에서는 이러한 한계를 극복하면서 보다 실제 인체변화 양상에 더 가까운 연구가 수행되고 이들 결과가 실제 프로그램 상에서 활용될 수 있기를 기대한다.

감사의 글

본 연구는 서울대학교 ‘생활과학연구소’의 일부 지원을 받아 수행되었습니다.

References

- Ashdown, S. P. (2008). Automated side-seam placement from 3D body scan data. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 20(4), 199-213.
- Hyun, E. K. (2009). *Development of highschool boys torso pattern according to their body types*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Jeon, J. H., & Sung, S. K. (2004). Body fat correlation on physical measurement of women in age group between 20s and 30s. *Fashion & Textile Research Journal*, 6(5), 641-647.
- Kim, M. G. (2003). Abdominal fat distribution according to sex, age and overweight evaluated by computerized tomography in Korean adults. *The Journal of Korean Society of Sport and Leisure Studies*, 20(2), 969-979.
- Kim, S. A. (2005). Characteristics and using method of cyber sewing 3D CAD. *Fashion & Textile Research Journal*, 7(2), 131-134.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2004). *The 5th Size Korea 3D scan & measurement technology report*. Seoul: Government Printing Office.
- Park, M. A. (1998). Characteristics of adults women's body somatotype according to drop values by age bracket. *Journal of Korean Society Living Environmental System*, 5(1), 55-61.
- Park, H. S. (2014, 11). Report of e-commerce and online shopping survey in the third second 2014. *Statistics Korea*, Retrieved February 6, 2015, from <http://kostat.go.kr>
- Ryan, M. S. (1966). *Clothing: a study of human behavior*. New York: Holt, c1966.
- 'Symbiosis of Coexistence, A collapse of the boundary of on · off line'. (2015, January 31). *Weekly Biz*. Retrieved February 6, 2015, from <http://biz.chosun.com/weeklybiz/>
- Shin, S. J. (2005). *A study of representative type and dress form of men's lower body in forties by using 3-dimensional scan data*. Unpublished master's thesis, Seoul National University, Seoul.
- Shin, H. R. (2014, October 23). Online shopping mall "Service strengthening of online mall ...marked out new growth engines". *Newsis*. Retrieved October 23, 2014, from <http://www.newsis.com>
- Shiwaku, K., Anuurad, E., Enkhmaa, B., Kitajima, K., & Yamane, Y. (2004). Appropriate BMI for asian populations. *The Lancet*, 363(9414), 1077. doi: 10.1016/S0140-6736(04)15856-X
- Shim, K. W., Kim, J. Y., Seo, H. S., Lee, S. H., & Kang, J. H. (2002). Predicting body fat by anthropometry in obese Korean women. *Journal of Korean Society for the Study of Obesity*, 11(2), 150-157.
- Sohn, B. H., & Hong, K. H. (2005). Visual effect and 3D clothing air volume in manufactured jacket pattern for the optical illusion of obese women in middle age. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 29(8), 1114-1124.

(Received 21 January 2015; 1st Revised 4 February 2015;
2nd Revised 6 March 2015; 3rd 6 April 2015;
Accepted 10 April 2015)